

Der Weg zu Ptolemaios

Die Systematik der Koordinaten der GEOGRAPHIKE HYPHEGESIS

v. Peter Oppitz (Januar 2019)

Hier: Anmerkungen zum o. g. Beitrag von Jürgen Schulz (v. Februar 2019)

In seinem o. g. Beitrag werden von Herrn P. Oppitz Formulierungen verwendet, die ich als Geodät so nicht unkommentiert stehenlassen kann.

1. *Zur angeblichen Kugelgestalt der Erde*

Anmerkung: Bereits der altgriechische Philosoph und Mathematiker Pythagoras, um 570 v. Chr. – 495 v. Chr., soll die Gestalt der Erde als kugelförmig erkannt und sie deshalb als Kugel vermutet haben. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Erde tatsächlich eine Kugel ist. Die Erde war weder damals eine Kugel, noch ist sie es heute! Infolge ihrer Abplattung an den Polen (die große und die kleine Halbachse differieren immerhin um 21,385 km) galt ihre Form längere Zeit als Rotationsellipsoid. Tatsächlich ist sie auch das nicht. Allerdings entspricht ihre Form näherungsweise einem Rotationsellipsoid, welches mathematisch beherrschbar ist. Das ist der Grund, weswegen kartografische Darstellungen der Erde auf dieser Näherung basieren. Die tatsächliche Form der Erde ist das **Geoid**, eine Niveaufläche, die in jedem ihrer Punkte normal, d. h. senkrecht zu der jeweiligen Richtung der Schwerkraft verläuft. Eine derartige Fläche ist auf der Erde durch die Oberfläche der Weltmeere gegeben, die man sich hierzu nach Prof. Dr.-Ing. Walter Großmann *„in einer von Gezeiten, Strömungen usw. freien mittleren Lage ruhend vorzustellen und mittels kommunizierender Röhren unter den Kontinenten fortgesetzt zu denken hat.“* Diese auf der ganzen Erde eindeutig definierbare Fläche wird in Anlehnung an das griechische Wort für Erde als Geoid bezeichnet und als die eigentliche Figur der Erde betrachtet.“ Zur Bestimmung der tatsächlichen Form der Erde bedarf es also nicht nur der Lage- und Höhenmessung, sondern auch der Schweremessung.

2. *„Ptolemaios ... konnte im Rahmen seiner Tätigkeit an der berühmtesten Bibliothek der Antike in Alexandria auf den dort vorhandenen Bestand an Handschriften zugreifen.“*

Anmerkung: Der Begriff „Bibliothek von Alexandria“ suggeriert Ehrfurcht vor einer gewaltigen Bibliothek, wie sie die antike Welt bis dahin noch nicht gekannt hatte. Diese Bibliothek von Alexandria war **die Bibliothek** der damaligen Zeit schlechthin. Angeblich soll sie das gesamte Wissen der damaligen Zeit enthalten haben. Der Bestand der Handschriften in dieser Bibliothek dürfte zur Zeit des Ptolemaios jedoch längst nicht mehr so groß gewesen sein, wie es ursprünglich der Fall war, weil bekanntlich um 48-47 v. Chr. diese Bibliothek abbrannte. Zwar wurde sie danach wieder aufgebaut, aber ein Großteil des ursprünglichen Bestandes wird dennoch infolge dieses Brandes unwiederbringlich verloren gegangen sein. Erst das, was **danach** wieder zusammengetragen werden konnte und nach dem Wiederaufbau dort verwahrt wurde, konnte Ptolemaios um 160 n. Chr. zur Verfügung gestanden haben.

3. „Die Vielzahl der Ortsangaben und ihre bemerkenswerte Genauigkeit“

Anmerkung: Von einer „*bemerkenswerten Genauigkeit*“ kann im geodätischen Sinne bei keiner der Koordinaten des Ptolemaios gesprochen werden. Vielmehr ist das Gegenteil der Fall. Die Koordinaten sind, bedingt durch die damalige Zeit, in der sie wie auch immer ermittelt wurden, aus heutiger Sicht nicht nur extrem ungenau, sondern auch extrem unsicher. Dennoch könnten sie, für ein bestimmtes Vorhaben von Ptolemaios von ausreichender Genauigkeit gewesen sein. Für die Herstellung eines möglicherweise von Ptolemaios beabsichtigten Globus hätten diese „Genauigkeiten“ z. B. ausgereicht, wenn die auf dem Globus darzustellenden Orte noch innerhalb der Zeichengenauigkeit gelegen hätten.

4. „Im 2. Kapitel des 1. Buches beklagt er (Ptolemaios) die Ungenauigkeiten der Streckenangaben ... und gewann die reichhaltigsten Erkenntnisse aus der Datenvermittlung von Leuten, die mit wissenschaftlichem Interesse einzelne Länder bereist haben.“

Anmerkung: Eine Ungenauigkeit in den Streckenangaben wird immer dann vorhanden sein, wenn die entsprechenden Strecken nicht tatsächlich gemessen wurden. Zur damaligen Zeit dürfte eine tatsächliche Messung nicht nur ungenauer gewesen sein als wir es aktuell gewohnt sind, sie war zugleich auch viel aufwendiger. Daher wird sie vermutlich überhaupt nur in ganz besonderen Fällen erfolgt sein, nämlich dann, wenn es wirklich unbedingt notwendig war. In allen anderen Fällen wird man sich eher mit einer weniger aufwendigen, vereinfachten Entfernungsbestimmung über Land zufriedengegeben haben. Diese könnte durch Abschreiten oder durch Zählung von Radumdrehungen bestimmt worden sein. Dieses Verfahren versagte jedoch, wenn Hindernisse den Weg versperrten. Alle diese näherungsweisen Bestimmungen mögen für die ungefähre Bestimmung ausgereicht haben, sie hatten jedoch mit einer echten Messung, wie sie Ptolemaios zur genaueren Koordinatenermittlung benötigt hätte, nichts zu tun.

Auch die „*reichhaltigsten Erkenntnisse aus der Datenvermittlung von Leuten, die (nur) mit wissenschaftlichem Interesse einzelne Länder bereist (hatten)*“, können durchaus interessant und für die Allgemeinbildung nützlich gewesen sein, sie müssen jedoch zugleich keineswegs auch für Ptolemaios' Zwecke von **tatsächlichem Nutzen** gewesen sein. Beispiel Plinius d. Ältere: Dieser war bekanntlich an allem durchaus wissenschaftlich interessiert. Im Laufe seines Lebens trug er eine Fülle Informationen zusammen, selbst Erlebtes oder ihm Zugetragenes schrieb er auf oder diktierte, was in seinen Augen wert war schriftlich festgehalten zu werden, weil er es für die Nachwelt erhalten wollte. Sein Ausspruch „...*kein Buch sei so schlecht, dass es nicht irgendwie Nutzen brächte*“ sind bemerkenswerte Worte. Er verfasste 102 Bücher, wovon nur 18 auf uns gekommen sind. Vieles davon ist für den späteren Leser interessant geblieben, weil es einen bemerkenswerten Einblick in die damalige Zeit ermöglicht, aber für Ptolemaios dürfte dennoch vieles uninteressant gewesen sein, weil es für seinen Bedarf **nicht zielführend genug war**! Somit bleibt dahingestellt, ob wissenschaftliches Interesse allein ausreichte, um auch im damaligen Sinne tatsächlich wissenschaftlich im vermessungstechnischen Sinne zu arbeiten. Im vorliegenden Falle sind jedoch erhebliche Zweifel angebracht. Damit dürften diese Daten für die Verbesserung der

Koordinaten des Ptolemaios eher ungeeignet und damit überwiegend unbrauchbar gewesen sein.

5. **„An gleicher Stelle berichtet er (Ptolemaios), dass seine Untersuchung und Datenvermittlung eine geometrische/erdvermessende und eine astronomische Komponente enthalte.“**
„Hinsichtlich der geometrisch gewonnenen Daten kritisiert er eine gewisse Unsicherheit wegen der Vermessungsbedingungen im Terrain.“

Anmerkung: Wenn der Autor glaubt, aus den Worten **„dass seine Untersuchung und Datenvermittlung eine geometrische/erdvermessende und eine astronomische Komponente enthalte“** sei zu schließen, Ptolemaios habe eine Erdvermessung beabsichtigt und zu diesem Zwecke bereits zu seiner Zeit astronomische Ortsbestimmungen durchgeführt, dann halte ich das für undenkbar. Es mag sein, dass er seine Messungen mit dem damals gebräuchlichen Gnomon (auch Schattenstab genannt) durchführte. Bekanntlich war das ein Stab mit einer feinen Spitze zur Längen- und Richtungsmessung des durch die Sonne erzeugten Schattens. Aus der Höhe des Stabes und aus der Länge des Schattens konnte dann die Sonnenhöhe (bzw. die Zenitdistanz) berechnet werden. Zugleich entsprach bei höchstem Sonnenstand die Richtung des Schattens der Nordrichtung. Die Genauigkeit dieser Schattenmessung nach Länge und Richtung wird aber nicht ansatzweise derjenigen Richtungs- oder Winkelmessung eines einfachen Winkelmessgerätes (Bautheodolit der 1960er/70er Jahre) entsprochen haben. Auch die zeitliche Zuordnung derartiger Messungen war damals noch in keiner Weise gegeben. Der Spiegelsextant mit Fernrohr wurde beispielsweise erst 1731 konstruiert und 1762 war der Bau von Schiffsuhren möglich, deren Gangänderung im Laufe von sechs Wochen weniger als zwei Minuten betragen haben soll. **Weil es also zu Ptolemaios Zeiten noch keine präzisen Uhren gab, mit deren Hilfe die zeitliche Zuordnung genau genug möglich gewesen wäre, konnte von ihm noch keine astronomische Ortsbestimmung erfolgen!**

Was die **„Vermessungsbedingungen im Terrain“** betrifft, liegen optimale Bedingungen nie vor, weil größere Vermessungen immer in der Örtlichkeit stattfinden, wo der Messtrupp zwangsläufig den Witterungsbedingungen ausgesetzt ist. Insbesondere zur damaligen Zeit dürften aber zahlreiche weitere unbefriedigende Bedingungen bestanden haben, die nicht zu ändern waren, z. B. die Unvollkommenheit und die Beschränktheit der Messwerkzeuge, die noch wenig fachkundige Handhabung derselben durch das Personal, insbesondere aber Unkenntnisse hinsichtlich der zweckmäßigsten Vorgehensweise, um die unvermeidlich auftretenden Messfehler, die das Ergebnis verfälschen, möglichst auszuschließen oder zumindest so weit wie möglich zu reduzieren.

6. **„Auch nicht andeutungsweise ließ er erkennen, dass er Streckenangaben aus einer Erdvermessung durch Landvermesser verwendet haben könnte.“**

Anmerkung: Der Autor wählt Begriffe, deren Bedeutung er offensichtlich nicht oder zumindest nicht richtig kennt. Wie stellt sich der Autor eine Erdvermessung durch die damaligen Landvermesser konkret vor? Eine derartige Behauptung aufzustellen ist einfach, aber über das **wie** (wie das konkret geschah), wurden sich offenbar keine konkreten Gedanken gemacht!

Zur Erdvermessung bedarf es zwingend präziser Winkel- und Streckenmessungen. Diese über tausende von Kilometern über Ozeane und ohne Fernrohre durchzuführen, war wegen der

bestehenden Erdkrümmung, die hierbei eine entscheidende und zugleich sichteinschränkende Rolle spielt, zur damaligen Zeit **unmöglich!** Dieser Sachverhalt dürfte auch für den unkundigen Laien offensichtlich genug sein, weil es sich immerhin um eine Zeit handelt, wo Asien und Afrika nur teilweise, Amerika und Australien noch gar nicht entdeckt waren! Eine Erdvermessung zur damaligen Zeit hätte, wenn überhaupt, nur durch zahlreiche astronomische Ortsbestimmungen erfolgen können, deren Ergebnis die geografische Breite **B** und die geografische Länge **L** des Beobachtungspunktes gewesen wären. Was allerdings, wie oben dargelegt, eine präzise Zeitmessung voraussetzte. Die Breitenbestimmung wäre theoretisch denkbar, aber die praktische Ausführung war es wohl kaum in dem Maße, wie es zur Erzeugung einer brauchbaren geografischen Breite notwendig war. Hierfür hätte zweckmäßigerweise das möglichst genaue Anzielen der Sonne zu einem bestimmten Zeitpunkt gehört, was ohne Fernrohr und ohne den notwendigen Augenschutz vor dem Sonnenlicht kaum möglich und schon gar nicht genau genug durchgeführt werden konnte. Daher halte ich zur damaligen Zeit auch eine „astronomische Ortsbestimmung“ im vereinfachten Sinne für undenkbar. Lediglich eine genäherte Breitenbestimmung könnte bei günstigen Beobachtungsbedingungen möglich gewesen sein. Was aber nützt ein ungenauer und noch dazu halber Koordinatenwert, wenn die zugehörige Längenangabe vollständig fehlt, oder bestenfalls nur ganz grob geschätzt werden kann?

An der Genauigkeit der uns überlieferten Koordinaten des Ptolemaios ist vermutlich die tatsächlich erreichte Genauigkeit von derartigen Beobachtungsversuchen zu erkennen. Aus den Koordinaten zweier Punkte kann der Abstand zwischen diesen Punkten berechnet werden. Je präziser die Koordinaten dieser Ausgangspunkte sind, desto präziser kann auch die Strecke (Abstand) zwischen denselben berechnet werden. Im umgekehrten Fall, wenn nur relativ ungenaue Koordinaten für diese Punkte vorliegen, können zwar auch diese Abstandsmaße ermittelt werden, allerdings erheblich ungenauer, und zwar in dem Maße ungenauer, wie die Ausgangskordinatenwerte ungenauer waren. Das aber hat die zwingende Folge, **dass es die oben behaupteten „Streckenangaben aus einer Erdvermessung durch Landmesser“ nicht geben konnte, weil sie in dieser Form (mit einer derartig großen Ungenauigkeit behaftet) ungeeignet waren!**

Unabhängig von dem oben Dargelegten könnte Caesar jedoch durchaus die Voraussetzungen für eine vereinfachte topografische Bestandsaufnahme geschaffen haben, wie es von mir in meinem Beitrag *„Die vermutete landesweite topografische Bestandsaufnahme der Römer in Germanien – möglicherweise durch Caesar begonnen und im Zuge der versuchten Eroberung Germaniens während der römischen Kaiserzeit durch Drusus und Tiberius fortgesetzt“* dargestellt wurde. Aber hierbei handelte es sich lediglich um eine **einfache landesweite Bestandsaufnahme**, welche nicht ansatzweise den Charakter einer Landesvermessung hatte und den einer Erdvermessung schon gar nicht!

7. „Erdvermessung durch Nicodemus, Didymus, Theodotus und Polyclitus“

Der Autor führt aus: *„Julius Caesar hatte (sehr wahrscheinlich) im Jahr 44 v. Chr. die kartografische Landaufnahme der damals bekannten Oikomene befohlen, die unter Kaiser Augustus 7 n. Chr. abgeschlossen wurde. Diese umfangreiche Arbeit der Landvermesser (Nicodemus, zuständig für den Osten des Reiches, Didymus für den Westen, Theodotus für den Norden, und Polyclitus für den Süden) dauerte mit Unterbrechungen mehr als 32 Jahre. Sie sollte als Grundlage zur Besteuerung der Landbevölkerung dienen, aber sie war auch eine zuverlässige Basis für eine umfassende Landkarte ... für den militärischen Gebrauch.“*

Anmerkung: Die vier o. g. griechischen Hauptverantwortlichen der angeblichen „Erdvermessung“ sind der Forschung **nicht bekannt; obwohl sie doch so Gewaltiges erbracht haben sollen.**

Es bleibt daher festzuhalten: Die Erdvermessung dauerte angeblich mehr als 32 Jahre und war 7 n. Chr. abgeschlossen, d. h.: **Sie begann $\approx$ 25 v. Chr.**

Zum besseren Verständnis des Folgenden sei erwähnt, dass der Autor an anderer Stelle (offenbar in seinem Konzept, welches mehr als 91 DIN A4 Seiten beträgt, und von denen mir die Seiten 80 – 91 vorliegen) zum Thema Erdmessung zusätzlich folgendes ausführt, was im vorliegenden Beitrag zwar nicht mehr in dieser Ausführlichkeit dargelegt wird, was aber doch einen interessanten Einblick in die Denkweise des Autors vermittelt und damit zum besseren Verständnis dessen führt, was im vorliegenden Beitrag gemeint ist.

Auf S. 85: *„Die Erdvermessung, die alle Flächen des Römerreiches und der unter römischem Einfluss stehenden Förderatengebiete erfasste, war eine großartige Arbeit und stand der Leistung, die man einst für den Bau der ägyptischen Pyramiden erbrachte, im Rang gewiss nicht nach. In Auftrag gegeben hatte die Erdmessung Julius Caesar.“*

Auf S. 86 wurden dann die o. g. „Vermessungsexperten aus Griechenland“ benannt, wobei bei jedem die Dauer in Jahren, Monaten und Tagen angegeben wurde.

So wurde insbesondere bei Theodotus folgendes behauptet: *„**Theodotus** (Vermessung Norden), stellte das Werk in 29 Jahren, 8 Monaten, 6 Tagen fertig; ... Man kann sagen, die Vermessung des **Orbis terrarum** nahm insgesamt rd. 32 Jahre in Anspruch. Diese lange Zeit war für die Vermessungsarbeiten durchaus nötig, da wichtige Vermessungslinien aufwendig und nahezu „unzerstörbar“ markiert wurden. Zu diesem Zweck legten die Römer die Hauptvermessungslinien als massiv unterfütterte Straßen an. Selbst Neben- und Seitenlinien der Vermessung machten sie durch Straßen, Gräben, Wälle oder Mauern dauerhaft kenntlich. Einige der als massive Straßen ausgebildeten Hauptvermessungslinien wurden nicht oder nur selten als Straßen genutzt, denn manche Vermessungslinie führte zwangsläufig in unbewohntes Gebiet. Bedenkt man, dass die Römer Hunderte Kilometer Straße als Hauptvermessungslinien anlegten, schnurgerade und mit beidseitigen Abflussgräben versehen, zur Kenntlichmachung normaler Vermessungslinien riesige Erdbewegungen für Gräben/Wälle durchführten, und umfangreiche Maurerarbeiten vornahmen, um Tausende Kilometer Nebenlinien dauerhaft kenntlich zu machen, erhält man einen Eindruck von der Leistung, die von den Römern damals erbracht wurde.“*

Auf S. 87 wird behauptet: *„...können wir mit dem Raster der Weltvermessung, die in Dreiecken erfolgte, römische Neugründungen zwischen Rhein und Elbe **noch metergenau nachweisen**, besonders jene, die Ptolemaios zwar erwähnt, aber deren Lokalisierung man bisher für unmöglich hielt.“*

Zwischenbemerkung: Ein metergenauer Nachweis heute, auf der Basis antiker Koordinaten, setzt eine Koordinatenbestimmungsgenauigkeit in antiker Zeit, also von Ptolemaios, von **ebenfalls Metergenauigkeit voraus!**

Tatsächlich liegen aber für die 6000 bis 8000 Orte, für die Ptolemaios Koordinaten ermittelte, im Durchschnitt nur Koordinatengenauigkeiten von $\approx 10'$ vor, was bekanntlich am Äquator 18,52 km und in 50° n. Br. noch fast 12 km ausmacht! In keinem einzigen Fall wurde aber

eine größere Genauigkeit angegeben, was jedoch zumindest bei den Punkten, bei denen noch „**metergenauer**“ Nachweis behauptet wird, **unverzichtbar war** und deshalb erwartet werden konnte!

Wenn Ptolemaios damals bereits metergenau hätte messen können und es deshalb hier überwiegend nicht tat, weil die Grobbestimmung für die Globuserstellung ausreichte, dann ist überhaupt nicht einzusehen, warum er bei einer derartigen Punktmenge nicht den ein oder anderen wichtigen Punkt, den man anschließend auch weiter für zukünftige Vermessungszwecke hätte verwenden können, nicht ebenfalls mit dieser höheren Genauigkeit eingemessen hat. Da die notwendige Genauigkeit für einen „**metergenauen**“ Nachweis die tatsächlich vorhandene Genauigkeit um mehr als das 10.000-fache übertraf, lässt das nur einen plausiblen Schluss zu: **Ptolemaios war zu seiner Zeit noch nicht in der Lage, derartige Messgenauigkeiten mit den ihm zur Verfügung stehenden Messgeräten zu erreichen!**

Auf S. 89 wird behauptet: *„Im Vermessungsgebiet Norden ... beendete Theodotus 5 n. Chr. die Erdvermessung. Also war die Einführung der Steuer in Germanien ab 6 n. Chr. möglich.“*

Somit bleibt hier festzustellen: 5 n. Chr. minus 29 Jahre und 8 Monate $\approx$ **25 v. Chr.**, d. h. der Beginn stimmt etwa überein (Vergleich Ergebnis auf S. 5 oben). Das aber bedeutet zugleich: **Die römischen Landmesser müssen ca. 13 Jahre vor Drusus in Zentralgermanien gewesen sein und führten dort (im Wesentlichen) unbehelligt ihre gewaltige Arbeit durch. Sie bauten auch alleine die „Vermessungshauptlinien“ aus, auf denen dann 13 Jahre später Drusus mit seinen Legionen zur Elbe marschierte!**

Damit ist das Fiasko perfekt. Man kann sich nur wundern. Gleichzeitig stellt sich zwangsläufig die Frage, wie so etwas möglich ist.

Antwort: Es kommt daher, dass gelegentlich versucht wird, bestimmte Sachverhalte in eine genehmere Form zu bringen. Dazu zählt auch, Behauptungen und Vermutungen nicht als das zu bezeichnen, was sie tatsächlich sind, nämlich unbewiesene Behauptungen, Spekulationen und bloße Vermutungen, die nicht weiter hinterfragt, statt dessen aber als Fakten präsentiert werden. Wenn auf dieser unseriösen und unwissenschaftlichen Grundlage dann noch weitere Spekulationen gründen, ist das Ergebnis vorhersehbar: Es konnte nur falsch sein, und musste zwangsläufig, wie oben gezeigt, desaströs enden!

Zugleich offenbart sich aber auch, wie sich derartiger Unsinn von selbst disqualifizieren kann und sich damit jede weitere Kommentierung von selbst erledigt!

Zum Thema Katastervermessungen zum Zwecke der gerechten Besteuerung bleibt folgendes anzumerken: Derartige Vermessungen wurden bekanntlich in Europa erst nach der Französischen Revolution 1789 durch Napoleon Bonapartes Dekret von 1808 zunächst für Frankreich und dann auch für die von Frankreich besetzten Gebiete angeordnet.

Auf S. 91 wird zur Genauigkeit noch folgendes behauptet:

„Die römischen Landmesser arbeiteten dermaßen genau, wie wir es trotz aller modernen Hilfsmittel kaum besser können. Zum Beispiel hat man erst vor kurzem einen schnurgerade verlaufenden 50 km langen Teil des Limes in Germanien vermessen. Die Mittellinie des

Grabens am Limes wies auf der gesamten Strecke, vom Anfangspunkt bis zum Endpunkt, lediglich eine (seitliche) Abweichung von 0,90 m gegenüber (der Flucht zwischen) dem Anfangspunkt (und dem Endpunkt) auf.“

Zwischenbemerkung: Offenbar handelt es sich bei dem untersuchten Streckenabschnitt von 50 km um jenen Teilabschnitt des Obergermanischen Limes, der zwischen Haghof und Walldürn über mehr als 80 km fast schnurgerade verläuft. Der Autor hat seine Angaben offenbar aus dem Buch von **Gisela Graichen „LIMES Roms Grenzwall gegen die Barbaren“** entnommen. Dort steht auf S. 243: *„Ein Vermessungstrupp der Hochschule für Technik in Stuttgart hat den schnurgeraden Limesabschnitt in Baden-Württemberg nachgemessen und nur geringste Abweichungen von einer idealen Geraden nachgewiesen. Auf 50 Kilometer sind es nur 90 Zentimeter.“* Das entspricht dann einer Genauigkeit von $0,9 \text{ m} / 50.000 \text{ m} = 1,8 \times 10^{-5}$. Wird angenommen, dass diese Abweichung nicht nur für das gemessene Teilstück über 50 km gilt, sondern für die gesamten gut 80 km zutrifft, dann ergäbe sich sogar eine noch höhere Genauigkeit von $0,9 \text{ m} / 80.000 \text{ m} = 1,13 \times 10^{-5}$! Das ist für die damalige Zeit in der Tat eine sehr beachtliche Genauigkeit. Es ist allerdings dabei zu beachten, dass es sich hierbei um eine **örtliche Genauigkeit zwischen zwei Punkten handelt**, zwischen denen (da sie nicht im Flachland, sondern auf Erhöhungen liegen) zur damaligen Zeit weitgehende Sichtverbindungen bestanden haben könnten. Wichtig hierbei ist: **Die hierfür ermittelte Genauigkeit ist eine örtliche Genauigkeit, d. h. sie gilt nur für das örtliche System Geradenanfangspunkt - Geradenendpunkt. Mit der Genauigkeit einer hypothetischen „Welt- oder Erdvermessung“ hat diese örtliche Genauigkeit (im örtlichen System) nichts zu tun!**

Die Genauigkeit einer hypothetischen „Welt- oder Erdvermessung“ wäre abhängig von der Genauigkeit, mit der die Bestimmung der geografischen Koordinaten erfolgte, und das geschah auf durchschnittlich $\pm 10'$. $10' = \frac{1}{60}^\circ$ und $\frac{1}{60}^\circ / 360^\circ = 4,6 \times 10^{-4}$. Damit ist diese Angabe ca. 41 mal ungenauer als der Wert $1,13 \times 10^{-5}$!

Auch die Behauptung *„Die römischen Landmesser arbeiteten dermaßen genau, wie wir es trotz aller modernen Hilfsmittel kaum besser können“* ist nicht nur **unzutreffend, sondern offenbart zugleich geringe Kenntnis hinsichtlich vermessungstechnischer Sachverhalte.**

Die Genauigkeiten, welche bei heutigen Vermessungen erreicht werden können, wurden nicht ohne Grund in meinem o. g. Beitrag ausdrücklich erwähnt. Ich verweise auf die Seite 1 meines o. g. Beitrages. Hier wurde dargelegt, dass beim Bau des Gotthard-Basistunnels, der über 57.000 m unterhalb des Alpenmassivs verläuft, am 15.10.2010 die Bohrmaschine in der Mitte des Tunnels beim Durchbruch der letzten anderthalb Meter **weniger als 0,01 m** daneben lag. $0,01 \text{ m} / 57.000 \text{ m} = 1,75 \times 10^{-7}$. Und damit $1,12 \times 10^{-5} / 1,75 \times 10^{-7} = 0,64 \times 10^2$. Somit ist diese Genauigkeit **nochmals um das 64-fache genauer als die sensationell hohe Genauigkeit, welche die Römer über 80 km erreichten.** Während die Römer allerdings weitestgehend freie Sicht gehabt haben dürften, bestand beim Gotthard-Basistunnel überhaupt keine Sicht. Die gigantische Bohrmaschine konnte nur nach berechneten Koordinaten gesteuert werden! **Das war nicht nur eine sensationelle Genauigkeit, sondern zugleich auch eine gigantische ingenieurtechnische Leistung, die uns zeigt, was in heutiger Zeit, dank erheblich verbesserter Technik, möglich ist.**

8. ***„Bei den Legionen hatten sie Truppenbewegungen mit vorzubereiten, indem sie auf Erkundungszügen die Marschwege für die Legionen ... auszumessen hatten.“***

Anmerkung: Das ist eine bloße Behauptung, die jeder Lebenserfahrung widerspricht. Auch hier offenbart sich erneut der erhebliche Mangel an Kenntnis im vermessungstechnischen Außendienst, weil damit bedeutendes und unverzichtbares Fachpersonal in lebensbedrohliche Situationen gebracht worden wäre. Warum sollten die Römer ohne Not unverzichtbare Fachleute unsinnigerweise opfern? Die Römer waren doch Pragmatiker und keine Dummköpfe! Deshalb ist diese Darstellung unglaublich. Das Gegenteil wird der Fall gewesen sein. Die Vermessungen konnten **nur vormarschbegleitend unter dem Schutz der eigenen Truppenmacht durchgeführt werden, weil dieses Vorgehen allein den Vermessungstrupps jenen Schutz bot, den sie zur Konzentration und Durchführung ihrer schwierigen Arbeiten benötigten.** Alles andere ist undenkbar. Ich empfehle dem Autor die aufmerksame Lektüre meines o. g. Beitrags, insbesondere aber die Seiten 16 Abs. 4 und 5, sowie S. 17 unten und S. 18-23.

Grundsätzliches zur Vermessung und den daraus resultierenden Koordinaten:

Eine Messung kann nur so genau sein, wie es die Ausgangsdaten (z. B. die Ausgangskordinaten) waren. Analoges gilt auch für die Richtigkeit.

Wenn die Ausgangsdaten richtig sind, und auf dieser Grundlage auch eine richtige Messung erfolgte, ist auch das Ergebnis richtig.

Sind die Ausgangsdaten jedoch fehlerhaft und damit falsch, kann auch bei einer anschließenden richtigen Messung das Ergebnis nur falsch sein.

Bei sehr genauen Ausgangsdaten kann, wenn anschließend auch eine sehr genaue Messung erfolgt, ein sehr genaues Ergebnis erwartet werden.

Ist die Grundlage (Ausgangsdaten) jedoch nicht sehr genau, kann auch durch eine darauf gründende sehr genaue Messung keine Genauigkeitssteigerung erreicht werden. Das Ergebnis ist dann ebenfalls nicht sehr genau!

Damit ist die Problematik beschrieben, mit der wir es zu tun haben, wenn wir uns mit den Koordinaten des Ptolemaios beschäftigen.

Messen kann jeder. Aber richtig messen, das kann längst nicht jeder, weil das vermessungstechnischen Sachverstand voraussetzt. Dabei geht es nicht nur um das handwerkliche Können (was bereits mit dem Aufbau des Stativs beginnt), sondern auch um die richtige Technik, die Anwendung des bestmöglichen Verfahrens zur Einhaltung der geforderten Genauigkeit, und schließlich geht es immer auch um das Erkennen der zahlreichen Fehlermöglichkeiten, der Fehlerquellen, deren Auswirkung und um das rechtzeitige Eliminieren derselben. Die Kenntnis und Unterscheidung zwischen wirksamen und unwirksamen Ziffern ist ebenfalls unerlässlich. Gerade

hieran unterscheidet sich, wie das vorliegende Beispiel eindrucksvoll zeigt, der Fachmann vom Laien. Richtiges Messen ist daher nicht nur ein Handwerk, sondern manchmal auch eine Kunst.

Auch dem Autor sind etliche Fehlermöglichkeiten bewusst. Er benennt Kopierfehler, Hörfehler, Schreibfehler, Übersetzungsfehler, Zahlendreher, vergessene Ziffern und stellt zu Recht fest *„zusätzlich können jene Fehler nicht abgeschätzt werden, die schon bei den Berechnungen für das ursprüngliche Manuskript eingeflossen waren.“*

Der Autor zieht aus diesen wichtigen und richtigen Erkenntnissen aber keine Schlussfolgerung und belässt es bei der Benennung und fährt mit seinen Berechnungen fort, gerade so, als gäbe es diese Fehlermöglichkeiten nicht, oder als habe er sie durch Erkennen bereits vollständig eliminieren können. Das aber kann der Autor unmöglich ernsthaft glauben, weil er selber, wie oben erwähnt, darlegt, dass *„zusätzlich ... jene Fehler **nicht abgeschätzt werden (können)**, die schon bei der Berechnung für das ursprüngliche Manuskript eingeflossen waren.“*

Anstatt nun aufgrund der erkannten und vielfältig bestehenden Fehlermöglichkeiten die einzige richtige Konsequenz zu ziehen und eine mit einer Vielzahl von unüberschaubaren und damit unkalkulierbaren Fehlern behaftete Sache zu beenden, arbeitet der Autor wider besseren Wissens mit den fehlerbehafteten Daten weiter. Das kann ebenfalls nur desaströs enden!

Wir kennen die Güte der Daten nicht, die Ptolemaios seiner Koordinatenermittlung zugrunde legte. Diese Daten können richtig oder falsch sein. Wir wissen es nicht. Angesichts der gigantischen Fehlermöglichkeiten (Messfehler, Notierfehler, Rechenfehler, Übertragungsfehler etc., um nur einige wenige zu nennen) und der Tatsache, dass wir heute keine Möglichkeit einer nachträglichen durchgreifenden Überprüfung der überlieferten Daten haben, sind diese Daten á priori als extrem unsicher einzustufen. Nur für den einzigen Fall der durchgehenden Richtigkeit dieser Werte könnte bei fehlerfreier Weiterarbeit auf dieser Grundlage etwas Richtiges herauskommen. In allen anderen Fällen (und das ist der gigantische, fast unendlich große, Rest) würde zwangsläufig den bisherigen Fehlern nur ein weiterer hinzugefügt. **Damit verbietet sich eine Weiterarbeit auf einer derart unsicheren Basis!**

Die mehrfach behauptete *„bemerkenswerte Genauigkeit“* ist eine Tatsachenverdrehung, die dem unkundigen Laien eine Genauigkeit suggeriert, die nicht ansatzweise vorhanden ist. Das viele Hin- und Her-Rechnen zur Aufdeckung des „Quellcodes“ vernebelt nur den Blick für das Wesentliche, insbesondere deshalb, weil auch hierdurch **keine nachträgliche Steigerung der Koordinatengenauigkeit möglich ist!**

Die Koordinaten des Ptolemaios sind so genau oder so ungenau, wie sie sind. Wenn die genaueste Koordinatenangabe (wie fehlerbehaftet auch immer ermittelt) nur auf 1/12 Grad erfolgte, dann entspricht das einer Angabe von 5 Bogenminuten (5'). Unter der bestmöglichen Annahme, dass die Angabe auf 1/12 Grad tatsächlich gemessen wurde und nicht etwa durch Schätzung erfolgte, ergäbe sich eine Unsicherheit der Messung von $\pm 2,5'$, was am Äquator einer Strecke von $2,5 \times 1852 \text{ m} = \pm 4,63 \text{ km}$ entspricht und auf einer Breite von 50° immer noch **$\pm 2,98 \text{ km}$** beträgt, also fast 3 km! Wohlgemerkt: Unter der Voraussetzung, dass richtig gemessen wurde, dass die Messdaten richtig notiert wurden und anschließend richtig mit den notierten Messdaten weiter gerechnet wurde, wäre das das bestmögliche Messergebnis auf einer geografischen Breite von 50° . Eine örtliche

Ungenauigkeit von ± 3 km entspräche der Fläche eines Kreises mit dem Radius 3 km und beinhaltete, wegen $F = \pi r^2$ eine Fläche von $3,142 \times 3^2 \text{ km}^2 \approx 28,27 \text{ km}^2$! Analog ergäbe sich bei einer unterstellten Unsicherheit von $\pm 3'$ (ebenfalls auf einer Breite von 50°) eine Kreisfläche von **40,1 km²** und bei $\pm 10'$ (was angeblich der Normalfall der Koordinatenunsicherheit sein soll) würde sich sogar eine Kreisfläche von immerhin mehr als **445 km²** ergeben! **Das ist nun wahrlich keine Kleinigkeit**, weil in einer derartigen Fläche diverse Städte der damaligen Zeit Platz gefunden hätten!

Mir ist unerklärlich, wie der Autor angesichts dieser beträchtlichen Punktungenauigkeiten überhaupt ernsthaft von einer „*bemerkenswerten Genauigkeit*“ sprechen kann, obwohl es sich hierbei vielmehr um eine **gigantische Ungenauigkeit** handelt!

Wie will man bei einer derartigen Punktungenauigkeit (wo der bestimmte Punkt irgendwo auf einer 445 km² großen Fläche liegt) diesen Geländepunkt identifizieren und damit wiederfinden? Ein derartiger Versuch könnte Jahre dauern!

Für den heutigen Betrachter ist die große Ungenauigkeit dieser Koordinaten allein deshalb gewöhnungsbedürftig, weil wir uns gegenwärtig dank besserer technischer Möglichkeiten an erheblich höhere Genauigkeiten gewöhnt haben. Trotzdem können auch diese recht ungenauen Koordinaten noch ausreichend genug für einen bestimmten Zweck gewesen sein.

Je höher die verlangte Genauigkeit ist, desto größer ist der vorausgehende Aufwand. Ohne Not einen größeren Aufwand zu betreiben als notwendig, ist daher eine unnötige Zeit - und Energieverschwendung. Das ist bei Geodäten nicht anders. Deshalb wird auch zuerst überlegt, welche Genauigkeit zur Erreichung eines bestimmten Sachverhalts notwendig ist, und danach das Instrumentarium und das Messverfahren ausgewählt, um das gesteckte Ziel sicher zu erreichen.

Ptolemaios war Mathematiker, Astronom und Kartograf. In dieser Eigenschaft dürfte er auch ausreichende geodätische Kenntnisse besessen haben. Man wird davon ausgehen können, dass er sehr genau wusste, was er tat. Wenn ihm die Koordinaten mit dieser Genauigkeit ausreichten, dann ist die Vermutung berechtigt, dass es ihm gar nicht so sehr um die bestmögliche Ermittlung der Lage dieser Punkte ging (nur um uns heute, fast 1.860 Jahre später einen Gefallen zu tun), sondern lediglich um eine für seine Zwecke ausreichende Genauigkeit!

Offenbar genügte ihm eine Grobkoordinierung, **die innerhalb der Zeichengenauigkeit lag**, weil diese möglicherweise zu seiner beabsichtigten Globusherstellung im Maßstab von $\approx 1: 20.000.000$ bis $1: 50.000.000$ vollkommen ausreichte. Mit der Darstellung der Lage dieser Punkte auf einem derartigen Globus konnte Ptolemaios nicht nur die gegenseitige Lage der einzelnen Punkte zueinander erkennen, sondern zugleich auch, welche kleine Punktwolke diese im Vergleich zur gesamten Erde darstellte. Weiterhin war erkennbar, in welchem Teil der Erde diese lag, und die Globusdarstellung eröffnete Ptolemaios zugleich eine Vorstellung von der Größe des noch unbekannten Gebietes auf der gesamten Erde bzw. über den erheblich geringeren Teil der damals bekannten Welt. **Schließlich offenbarte sich ihm hierdurch erstmals der globale Gesamtzusammenhang!**

Es liegt nahe, dass er nach dieser Erkenntnis versucht haben könnte, mithilfe der koordinierten Punkte als Passpunkte Kartendarstellungen vorzunehmen.

Die Koordinaten in der vorliegenden Form reichten aus, den globalen Gesamtzusammenhang im Maßstab von $\approx 1:20.000.000$ - $1:50.000.000$ darzustellen. Zugleich wurde ihre Unbrauchbarkeit für die eindeutigere und damit genauere Punktbestimmung und Punktfestlegung im überschaubaren Nahbereich deutlich.

Ich warne also ausdrücklich davor, den vorliegenden Koordinaten des Ptolemaios Eigenschaften zuzuschreiben oder in sie hineinzuzinterpretieren, die von Ptolemaios in dieser Form gar nicht beabsichtigt waren und die sie tatsächlich in der vorliegenden Form nicht haben.

Wollte man aufgrund der vorliegenden Koordinaten des Ptolemaios den Versuch unternehmen, die Orte (der topografischen Gegebenheiten, welche von Ptolemaios bestimmt oder errechnet wurden) in die Örtlichkeit zu übertragen, dann ist es keineswegs damit getan, die Einzelpunktreduktion auf den Nullmeridian von Greenwich und die Umrechnung auf eine Kugel mit dem Radius 6.366 km durchzuführen.

Bedingt durch die große Ungenauigkeit der vorliegenden Koordinaten **ist keine eindeutige Punktidentifikation möglich**. Weitere gründliche Analysen sind daher zwingend notwendig, um diese Rohdaten auf grobe, systematische sowie unregelmäßige und zufällige Fehler zu untersuchen mit dem Ziel, sie von diesen Fehlern zu befreien. Das kann durch eine geodätisch-statistische Analyse geschehen, mit deren Hilfe die Plausibilität dieser Koordinaten insbesondere durch die gegenseitige Lage zueinander geprüft wird.

Je größer die Punktzahl ist, desto größer sind auch die Variationsmöglichkeiten und damit der notwendige Rechenaufwand. Deshalb ist die Erstellung eines entsprechenden Rechenprogramms zur Durchführung einer derartigen „*geodätisch-statistischen Analyse*“, welche gezielt genau das leistet, unerlässlich. Damit kann dann eine derartige Analyse rechnergestützt mit unterschiedlichen Gewichtungen für die Einzelpunkte nicht nur einmal, sondern beliebig oft in den unterschiedlichsten Variationen solange durchgeführt werden, bis die bestmögliche und plausibelste Variante erreicht ist. Da offenbar **keine identischen Punkte** in Germanien vorliegen, welche als Zwangspunkte hätten dienen können, kann unter den verschiedenen Möglichkeiten keine bessere als eben die plausibelste ausgewählt werden. Wird die Lage dieser Punkte anschließend noch ausgeglichen (Methode der kleinsten Quadrate nach C.F. Gauß), ist das Ergebnis die bestmögliche Punktlage, die im Hinblick auf die vorgegebene Ausgangsgenauigkeit der Koordinaten möglich war. Da letztere aber, wie mehrfach erwähnt, **eben nicht genau genug war**, können die ausgeglichenen Koordinaten mit der bestmöglichen Punktlage auch nur **genäherte Koordinaten mit einer ähnlich großen Unsicherheit sein!**

Trotz der gegebenen Koordinatenunschärfe sind die damit ermittelten Lokalisierungen mit identifizierten Orten abgleichbar. Das sollte allerdings eher kleinflächig und nicht zu großflächig geschehen, weil sonst infolge unvermeidlicher Fehlerfortpflanzung weitere Ungenauigkeiten das Ergebnis belasten. Über topografische Gegebenheiten, die sich in den vergangenen 2000 Jahren lagemäßig nicht oder nur wenig verändert haben (z. B. Höhenzüge, Gebirge (Harz mit Brocken) oder Flussmündungen) könnte u. U. ebenfalls eine bessere Einpassung und damit die Gewinnung eines stimmigeren Bildes möglich sein. Insbesondere die Mündungskordinaten der größeren Flüsse (Rhein, Ems, Weser, Elbe u. Oder) in Nord- und Ostsee, aber auch diejenigen der Nebenflüsse im

norddeutschen Raum könnten u. U. (soweit mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann), dass keine oder nur geringfügige Verschiebungen vorliegen können) hilfreich sein.

Genau das wurde offenbar von den Verfassern des Beitrags „**Germania**“ mit dem Untertitel „**Germania magna – Ein neuer Blick auf eine alte Karte**
Entzerrte geografische Daten des Ptolemaios für die antiken Orte zwischen Rhein und Weichsel“ durchgeführt.

Insofern ist der Beitrag (abgekürzt „**Germania**“) der Herren Hans-Jörg Nüsse, Christian Marx und Dieter Lelgemann der bestmögliche Ansatz. Mehr kann unter den gegenwärtigen Voraussetzungen aktuell nicht aus den Koordinaten des Ptolemaios herausgeholt werden.

Allerdings, und das ist das Beste, könnten mit den einmal erstellten Rechenprogrammen nach weiteren örtlichen archäologischen Aufdeckungen von Fundstellen, die eindeutig zugeordnet werden können, jederzeit weitere Analysen und Ausgleichungen erfolgen, die zwar keine wesentlichen Genauigkeitssteigerungen der Ausgangsbeobachtungen ermöglichen können, aber durch ihre Einbeziehung immerhin zur Wahrscheinlichkeitssteigerung der bestehenden Situation führen würden.

Wenn zukünftig noch viele neue Stellen gefunden werden könnten, **die eindeutig identifiziert und zugeordnet werden können**, würde bei einer ausreichend großen Anzahl derartiger **identischer Punkte** zugleich eine erheblich bessere und genauere Einpassungsmöglichkeit bestehen mit der Folge, dass dann (gewissermaßen durch Umkehrung des Verfahrens) sogar eine Verbesserung der Ausgangskoordinaten möglich wäre, womit bisher nicht ansatzweise gerechnet werden konnte.